第4章　物質の状態

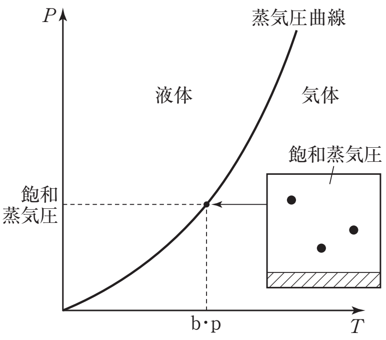
第7講　飽和蒸気圧

1　飽和蒸気圧

沸点の低い液体は簡単に気体(蒸気)になり，閉鎖系では気体と液体が共存しやすい。このときの気体と液体の間の平衡(気液平衡)をとらえていく。この状態変化を含む複雑な計算に対応していくためには，蒸気圧をマスターしなくてはならない。

(1)　飽和蒸気圧

蒸気の圧力の限界値を飽和蒸気圧という。
下図のように液体と蒸気が共存し平衡状態になっている場合，蒸気の圧力は，温度が変わらない限り一定値をとる。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

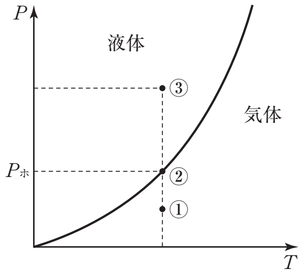
(2) 蒸気を含む気体の計算

全て気体と仮定して蒸気の圧力Pを求め，飽和蒸気圧($P_{ホ}$とする)と比較する。

① $P < P_{ホ}$のとき・・・全て気体

② $P = P_{ホ}$のとき・・・液化が始まる瞬間

③ $P > P_{ホ}$のとき・・・液体＋気体



☆状態変化が絡む問題については，状態図と蒸気圧をクリアしなくてはならないが，それ以前に，第3章の気体を理解しておかなくてはならない。苦手な人は第3章から復習しよう。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７講　演習問題

1　次の問１と問２の空欄に適する数値を一つ選び，記号で答えよ。
ただし，気体定数は8.3×10^3Pa·L/(mol·K)とする。

問１　0℃，1.013×10^5Paで，体積1.12LのN_2と4.60gのエタノールをピストン付きの容器に入れ，57℃で容積を2.37Lにした。このとき，気体として存在するエタノールの物質量〔mol〕はN_2の物質量〔mol〕の［　1　］倍になる。ただし，57℃におけるエタノールの飽和蒸気圧は0.405×10^5Paとする。

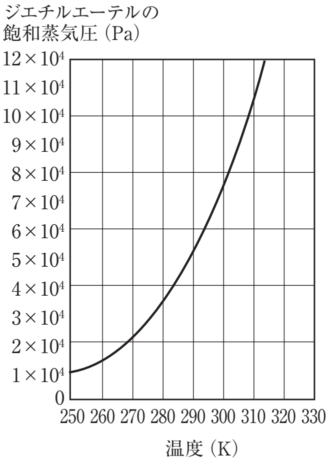
①　0.10　　②　0.20　　③　0.40　　④　0.50　　⑤　0.70
⑥　1.1　　⑦　1.4　　⑧　2.0　　⑨　2.8　　⓪　3.4

問２　問１の容器を57℃で9.50Lにしたとき，気体として存在するエタノールの分圧は，N_2の分圧の［　2　］倍になる。

①　0.12　　②　0.18　　③　0.37　　④　0.50　　⑤　0.71
⑥　1.4　　⑦　1.7　　⑧　2.0　　⑨　2.8　　⓪　4.4

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2　体積を自由に変えることができるピストン付きの容器に，窒素とジエチルエーテルを同じ物質量ずつ入れた。温度を330Kにして，容器の体積を6.0Lにしたとき，容器内のジエチルエーテルはすべて気体になっていた。このときの混合気体の全圧は，1.00×10^5 Paであった。ジエチルエーテルの蒸気圧曲線は図の通りである。
気体定数は8.3×10^3 Pa·L/(mol·K)とする。



問1　ジエチルエーテルの物質量(mol)を求め，3桁目を四捨五入して有効数字2桁で記せ。

問2　ピストンを動かして混合気体の全圧を1.00×10^5 Paに保ちながら，温度を330Kから267Kまで徐々に下げていった。以下の(a)～(d)の各温度において，容器内にジエチルエーテルの液体が存在しているものをすべて選び，その記号を記せ。無い場合は「無し」と記すこと。

(a)　308K　(b)　300K　(c)　292K　(d)　284K

問3　問2の最後の状態(全圧1.00×10^5 Pa，温度267K)における窒素の分圧(Pa)と混合気体の体積(L)を求め，3桁目を四捨五入して有効数字2桁で記せ。ただし，267Kにおけるジエチルエーテルの飽和蒸気圧は1.7×10^4 Paとする。

問4　問3において，凝縮(液化)していたジエチルエーテルの物質量(mol)を求め，3桁目を四捨五入して有効数字2桁で記せ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3　次の文章を読み，以下の問いに答えよ。ただし，27℃での水の飽和蒸気圧は，3.6×10^3Pa であり，気体は理想気体の状態方程式に従うものとする。また，気体の水への溶解，ピストンの質量は無視できるものとする。気体定数は 8.3×10^3Pa·L/(mol·K)とする。

①なめらかに動くピストンがついた容器に，27℃で酸素を入れ，外圧 1.0×10^5Pa と等しい圧力となるような状態をつくった。このときの酸素の体積は2.0Lだった。この状態に以下のⅠ，Ⅱの操作を行った。

操作Ⅰ：

②下線部①の状態の容器に，液体の水1.8gを入れ，十分な時間放置した。

③その後，温度を27℃に保ったまま，ピストンをゆっくりと引いて，気体の体積を増加させたところ，ある体積に達したとき，液体の水がすべて気化した。

操作Ⅱ：

ピストンを固定して，体積を一定に保ったまま，下線部①の状態に気体のプロパン0.010molを加えた。この混合気体に点火したところ，プロパンが完全燃焼した。④その後，気体の温度を27℃に戻した。

問1　下線部①の状態において，容器に入っている酸素の質量を有効数字2桁で答えよ。

問2　下線部②の状態における酸素の分圧を有効数字2桁で答えよ。

問3　下線部③の状態における混合気体の全圧を有効数字2桁で求めよ。

問4　下線部④の状態の混合気体が示す全圧を有効数字2桁で求めよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第7講　確認テスト

1　水の状態変化を知るために，断面積(底面積)が100cm^{2}で，容器の底面からピストンまでの距離Dを変化できるようにした円筒容器を準備した。図のように，この容器を大気圧下(1.00atm = 1.013 × 10^{5}Pa)におき，ピストンの位置を距離Dに固定して容器内を真空にした後，ある量の液体の水を入れて実験を行った。なお，この容器は容器内の液体の水や水蒸気が漏れないように密封できる構造となっている。また，水の蒸気圧は温度によって変化する(表を参照)。気体定数は8.3 × 10^{3}Pa·L/(mol·K)とする。

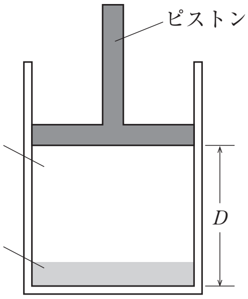


図　容器に水を入れたときの模式図

表　水の蒸気圧の温度変化

温度（℃）	蒸気圧（Pa）
0	6.1 × 10^2
20	2.3 × 10^3
27	3.6 × 10^3
40	7.4 × 10^3
60	2.0 × 10^4
80	4.7 × 10^4
100	1.0 × 10^5

問　距離Dを10cmに固定し，0.010molの液体の水を入れた場合では，温度が60℃および100℃のときの容器内の圧力(Pa)はそれぞれいくらになるか。次の(1)～(8)から，最も近い値をそれぞれ選び，番号で答えよ。

(1)　3.6 × 10^3　(2)　2.0 × 10^4　(3)　2.7 × 10^4　(4)　3.1 × 10^4
(5)　4.0 × 10^4　(6)　5.0 × 10^4　(7)　1.0 × 10^5　(8)　2.0 × 10^5

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７講　演習問題

1

問１　⑤

問２　⑧

2

問１　1.1×10^{-1}mol

問２　(d)

問３　分圧：8.3×10^{4}Pa　　体積：2.9L

問４　8.7×10^{-2}mol

3

問１　2.6g

問２　9.6×10^{4}Pa

問３　6.5×10^{3}Pa

問４　7.9×10^{4}Pa

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７講　確認テスト

1　60℃：(2)　　100℃：(4)

【解説】

60℃において，水が全て気体とすると，

$$P = 0.01 \times 8.3 \times 10^3 \times \frac{(60 + 273)}{100 \times 10 \times 10^{-3}}$$

$$= 2.76 \times 10^4 \text{Pa} \quad > \quad 2.0 \times 10^4 \text{Pa}$$

よって液体が生じており，蒸気の圧力は $\underline{2.0 \times 10^4 \text{Pa}}$ となる。

100℃において，水が全て気体とすると，

$$P = 2.76 \times 10^4 \times \frac{373}{333}$$

$$= 3.09 \times 10^4 \text{Pa} \quad < \quad 1.0 \times 10^5 \text{Pa}$$

よって全て気体であり，その圧力は $\underline{3.1 \times 10^4 \text{Pa}}$ となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。